

AN: PAT 1991-311635

TI: Voltage-regulated permanent magnet dynamo for bicycle uses ferromagnetic particles displaced outward by centrifugal force to alter magnetic resistance

PN: DE4012161-A

PD: 17.10.1991

AB: The magnetic flux return path for the permanent magnets is provided by ferromagnetic particles, instead of by a solid yoke. The ferromagnetic particles are in the form of a magnetic powder or miniature balls which are displaced outwards in response to the centrifugal force for increasing the magnetic resistance of the magnetic circuit. This prevents any further increase in the induced electromagnetic voltage in the stator winding at high r.p.m.; Maintaining constant output voltage.

PA: (VOLK/) VOLKRODT W;

IN: VOLKRODT W;

FA: DE4012161-A 17.10.1991;

CO: DE;

IC: B62J-006/06; H02K-001/00; H02K-021/02;

MC: V06-M01A; V06-M07; X22-F02;

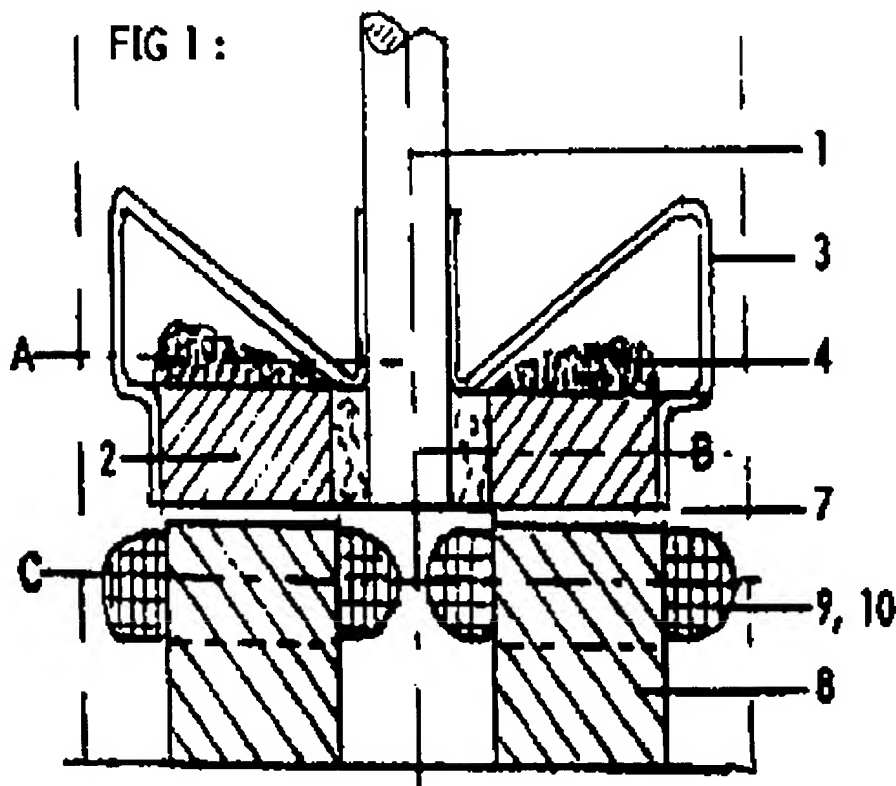
DC: Q23; V06; X22;

FN: 1991311635.gif

PR: DE4012161 14.04.1990;

FP: 17.10.1991

UP: 21.10.1991



THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 12 161 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 02 K 21/02
H 02 K 1/00
B 62 J 6/06

②1 Aktenzeichen: P 40 12 161.5
②2 Anmeldetag: 14. 4. 90
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 91

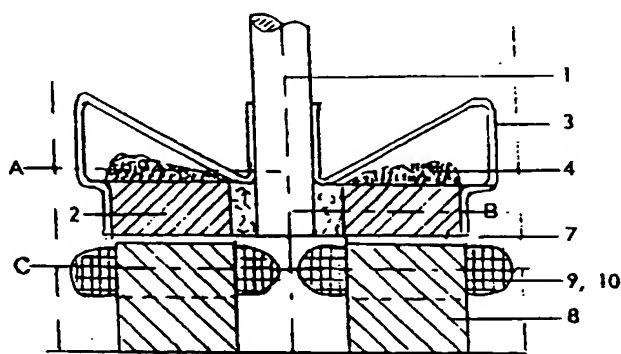
DE 40 12 161 A 1

⑦1 Anmelder:
Volkrodt, Wolfgang, Dr.-Ing., 8740 Bad Neustadt, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Mit Magnetpulver spannungsgeregelte Dauermagnetmaschine

⑤7 Primäre Aufgabe der erfinderischen Lösung ist es, den gegenwärtig schlechten Wirkungsgrad von Fahrraddynamos von etwa 20-35% auf eine Größenordnung bis zu 80% anzuheben, um damit Radfahrer bei Nacht spürbar von körperlicher Arbeit zu entlasten. Dies bedingt den künftigen Einsatz von wirbelstrom- und streufeldarmen Dauermagnetmaschinen, bei denen der Nutzfluß bei steigender Fahrradgeschwindigkeit durch Eingriffe in den magnetischen Kreis derart geschwächt wird, daß ein Durchbrennen der Fahrradbeleuchtung durch Überspannung verhindert wird. Dieser Eingriff in den magnetischen Kreis erfolgt auf der Rückseite von wechselförmig durchmagnetisierten Dauermagneten. Anstelle des ansonst üblichen ortsfesten ferromagnetischen Jochs wird der Rückschluß durch kleine ferromagnetische Partikel, ähnlich dem seit Jahrzehnten in Magnetpulverkuppungen üblichen Magnetpulver gebildet, auf die sowohl die Magnetfeldkräfte des Dauermagnetsystems wie auch die drehzahlabhängigen Fliehkräfte einwirken. Bei kritisch ansteigenden Drehzahlen wird ein Teil des Magnetpulvers nach außen geschleudert, wobei sich der magnetische Widerstand durch Verminderung des Jochquerschnitts derartig erhöht, daß das Produkt aus Nutzfluß und Drehzahl, das maßgebend für die induzierte Spannung in der Ständerwicklung ist, in etwa konstant bleibt. Untenstehendes Bild zeigt den Längsschnitt des aktiven Teils eines axialerregten Fahrraddynamos. Auf der Oberseite der axial wechselförmig magnetisierten Dauermagnetscheibe ...



DE 40 12 161 A 1

Als Beispiel für eine elektrische Dauermagnetmaschine, die trotz stark variabler Antriebsdrehzahl eine etwa konstante Ausgangsspannung liefert, damit angeschlossene Glühlampen nicht durchbrennen, diene ein Fahrraddynamo. Er soll bei einer Fahrradgeschwindigkeit von 10 km/h eine Spannung von etwa 6 V liefern. Bei 25 km/h dürfen aber 7 V nicht überschritten werden. Bei den gegenwärtigen herkömmlichen Fahrraddynamos erfolgt die Begrenzung von Überspannungen durch eine Ständerbauweise, bei der bei steigender Drehzahl etwa frequenzproportional Wirbelströme und Flußverdrängung auftreten. Kein Wunder, wenn dieses verlustbehaftete Verfahren dann einen Radfahrer zwingt, bei 25 km/h bis zu 20 W körperliche Leistung aufzubringen, um die Beleuchtung des Fahrrades mit lediglich 3 Watt Leistungsbedarf sicherzustellen.

Es besteht seit langem unter Radfahrern die Forderung, Fahrraddynamos zu entwickeln, die statt des bisherigen Wirkungsgrades von etwa 20–35% mit über doppelt so hohem Wirkungsgrad arbeiten. Solche höheren Wirkungsgrade sind mit herkömmlichen Dauermagnetmaschinen ohne ausgeprägte Streufelder und unter Vermeidung von übertriebenen Wirbelstromverlusten problemlos machbar. Dann bedarf es aber zur Begrenzung der Ausgangsspannung spezieller Maßnahmen zur etwa drehzahlproportionalen Schwächung des Erregers oberhalb des Erreichens der Sollspannung. Das kann z. B. gemäß Patentschrift P 40 01 042.2 durch mechanische Fliehkraftregelung erfolgen, bei der der Luftspalt zwischen dem rotierenden Dauermagnetläufer und dem feststehenden Ständerpaket derart vergrößert wird, daß der die Ständerwicklung durchdringende Fluß so reduziert wird, daß die induzierte Generatorspannung ab einer bestimmten Drehzahl nicht weiter ansteigen kann. Derartige Fliehkraftsysteme, die ohne zu hohe Unwucht sauber arbeiten, sind bei einem Fahrraddynamo, der im Einzelhandel 1990 zu etwa DM 10,- vertrieben wird, trotz Massenproduktion kaum kostengünstig realisierbar. Daher wurde nach anderen, kostengünstigeren Lösungen gesucht.

Die nachstehend beschriebene erfinderische Lösung bedient sich des Umstandes, daß es bei Dauermagnetmaschinen nicht nur einen zum Ständer gerichteten Luftspalt gibt, sondern auch ein zweiter möglich ist, der aber normalerweise durch ein ortsfestes ferromagnetisches Joch abgeschlossen ist. Wird statt dieses festen, massiven Joches nunmehr ein bewegliches, z. B. aus Magnetpulverbrücken gebildetes eingesetzt, so kann mit dessen Hilfe auf die Charakteristik des gesamten magnetischen Kreises wirksam Einfluß genommen werden. Am einfachsten läßt sich dies bei Maschinen mit axialer Erregung und vertikaler Welle verwirklichen. Hier rotiert eine wechsellagig durchmagnetisierte Dauermagnetscheibe über einem ringförmigen Ständer, der entweder ringbewickelt ist, oder nach oben zum Dauermagnet hin Ständernuten und -Zähne besitzt. Auf der Oberseite der Dauermagnetscheiben bilden ferromagnetische Partikel, z. B. solche, wie sie seit Jahrzehnten in Magnetpulverkupplungen gebräuchlich sind, durch Zusammenklumpen ferromagnetische Brücken über die Pollücken hinweg. Die Kräfte, mit denen das Magnetpulver zu der Dauermagnetscheibe gezogen wird, sind proportional B_j^2 , also dem Quadrat der Induktionen im Jochbereich. Im Ruhezustand bildet das ausreichend vorhandene Magnetpulver eine fast perfekte Jochbrücke ohne Schwächung des Nutzflusses des Dauermagnet-

netkreises. Kommt nun die Dauermagnetscheibe in Rotation, so wirken Fliehkräfte auf das Magnetpulver. Sie wachsen quadratisch mit der Drehzahl. Dadurch wird ab einer vorbestimmbaren Drehzahl ein Teil des Magnetpulvers nach außen weggeschleudert und lagert sich außerhalb des Magnetfelds der Dauermagnetscheibe an der Innenseite einer magnetischen Kapsel an. Durch die Formgebung der Kapsel, Wahl der Art und der Menge des Magnetpulvermaterials, durch Mischung von Gleitmitteln wie auch optimale Wahl der Polpaarzahl und Aufmagnetisierungsart der Dauermagnetscheibe läßt sich die Schwächung des Dauermagnetflusses durch Fliehkraftwirkung derart beeinflussen, daß z. B. bei der Fahrradgeschwindigkeit von 10 km/h die Magnetpulver-Jochbrücke noch voll vorhanden ist, hingegen oberhalb 25 km/h und somit 6,25-facher Fliehkraft so abgebaut ist, daß der magnetische Jochrück-schluß nahezu unterbrochen ist. Wir haben es bei dieser Art der Spannungsregelung mit dem Prinzip der Feldschwächung zu tun. Sie ist mit geringem Kostenaufwand realisierbar und ermöglicht durch Minderung der Eisenverluste im Gefolge der Feldschwächung bei ansteigenden Drehzahlen bei Geschwindigkeiten um 25 km/h Wirkungsgrade in der Größenordnung bis zu 80%. Dann braucht ein Radfahrer mit einem durchschnittlichen körperlichen Leistungsvermögen von etwa 30 Watt bei Nachtfahrt nicht mehr wie gegenwärtig allein zur Bereitstellung der Fahrradbeleuchtung bis zu 20 Watt Leistung aufzubringen, sondern es genügen etwa 4 Watt. Dieser Gewinn wird in Zukunft bei Kaufentscheidungen Fahrraddynamos mit sehr gutem Wirkungsgrad entscheidend begünstigen.

Zur Veranschaulichung der erfinderischen Lösung diene als Beispiel anliegende zeichnerische Darstellung.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen axialerregten Fahrraddynamo bei kleiner Drehzahl,

Fig. 2 wie 1, jedoch bei hoher Drehzahl und starker Fliehkraft,

Fig. 3 Querschnitte durch Läufer und Ständer,

Fig. 4 Veränderungen der Arbeitspunkte auf der Dauermagnetkennlinie.

In Fig. 1 ist 1 die senkrechte Welle des Dynamos, auf der die axial mehrpolig magnetisierte Dauermagnetscheibe 2 sitzt. Sie ist nach oben durch eine amagnetische Kapsel 3 eingeschlossen. Deren Innenraum ist mit ferromagnetischen Partikeln (Magnetpulver oder Miniatur-Eisenkugeln) gefüllt. Diese lagern sich überwiegend im Bereich der größten Feldstärke oberhalb der Pollücken 5 an (siehe in Fig. 3 linker, oberer Schnitt), und bilden ferromagnetische Jochbrücken. In den jeweiligen Polmitten ist die Kapsel bis zur Auflage am Scheibenmagnet eingesickt (siehe 6 in Fig. 3 links, oben), so daß entsprechend der Polzahl Kammern für das Magnetpulver gebildet werden, um dieserart eine einseitige Verlagerung von Magnetpulver mit der Folge einer zu großen Unwucht des Läufers zu verhindern.

Der Nutzfluß der Dauermagnetscheibe 2 tritt nach unten durch den Arbeitsluftspalt 7 in das ringförmige Ständerpaket 8 mit seinen Spulenwicklungen 9, 10 über und induziert dort eine der Drehzahl und dem Nutzfluß proportionale Spannung. Mit steigender Drehzahl werden die ferromagnetischen Partikel durch Fliehkraft gemäß Fig. 2 nach außen geschleudert. Die Joch-Rück-schlußbrücke wird zunehmend schwächer. Der hierdurch stark ansteigende magnetische Widerstand des gesamten magnetischen Kreises führt dazu, daß in Fig. 4 der Arbeitspunkt in der BH-Kennlinie des Dauermagneten vom Punkt A zum Punkt B mit stark reduzierter

Induktion absinkt.

Fig. 3 zeigt oben links eine Aufsicht auf die Verteilung der ferromagnetischen Partikel 4 oberhalb der Dauermagnetscheibe und oben rechts die Polaufteilung, hier als Beispiel 8-polig. Aus dem unteren Schnitt durch das Ständerpaket 8 ist die Anordnung der Ständerspulen 9, 10 im ringförmigen Paket entnehmbar. Das Paket kann entweder aus aufgewickeltem, genutetem Elektroblech oder aus Ferritpulver oder kunststoffgebundenem Eisenpulver bestehen.

Das etwa im doppelten Maßstab auf Fig. 1 – 3 dargestellte aktive Material eines mit Magnetpulver spannungsgeregelten Fahrraddynamos hat in Wirklichkeit im Inneren des Gehäuses heutiger Seiten-Dynamos Platz. Ein vergleichbares Spannungsregelsystem ist anwendbar bei Notstromaggregaten oder kleinen Wasserturbinen, um beim Auftreten von Überdrehzahlen die Spannung zu begrenzen. Dies ist eine kostengünstigere Regelung als andere Systeme, die zudem bei wartungsarmen Dauermagnetmaschinen meist nicht anwendbar sind.

Auch Anwendungen bei Dauermagnet-Motoren, die z. B. über Batterie mit konstanter Spannung gespeist werden, und bei denen man gern mittels etwa drehzahlproportionaler Feldschwächung auf höhere Drehzahlen kommen möchte, sind gegeben.

Patentansprüche

1. Mit Magnetpulver über Fliehkraft spannungsregelte Dauermagnetmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rückschlußkreis des zur Erregung dienenden Dauermagneten nicht aus einem ortsfesten Joch besteht, sondern aus ferromagnetischen Partikeln wie Magnetpulver oder Miniaturkugeln gebildet wird, die bei wachsender Fliehkraft nach außen weggeschleudert werden, wobei die dadurch bewirkte Erhöhung des magnetischen Widerstands im Gesamtkreis zur Schwächung des Nutzflusses führt, so daß die in der Ständerwicklung induzierte elektromagnetische Spannung bei überhöhten Drehzahlen nicht weiter ansteigt.
2. Mit Magnetpulver über Fliehkraft spannungsregelte Dauermagnetmaschine gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnetläufer als mehrpolig durchmagnetisierte Scheibe für beidseitigen axialen Flußaustritt bemessen ist, wobei die das Rückschlußjoch bildenden ferromagnetischen Partikel an der dem Arbeitsluftspalt gegenüberliegenden Seite der Dauermagnetscheibe in einer Kapsel mit ausreichend Raum am äußeren Umfang zwecks Anlagern der Magnetpartikel bei hoher Fliehkraft untergebracht sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1 :

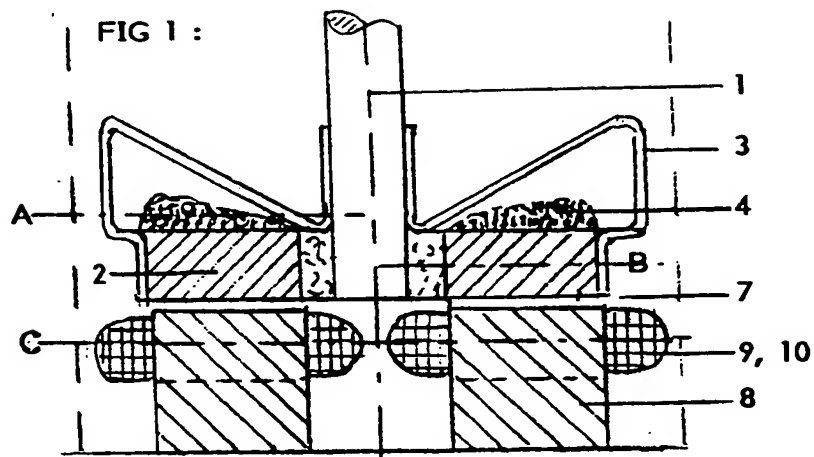


FIG 2 :

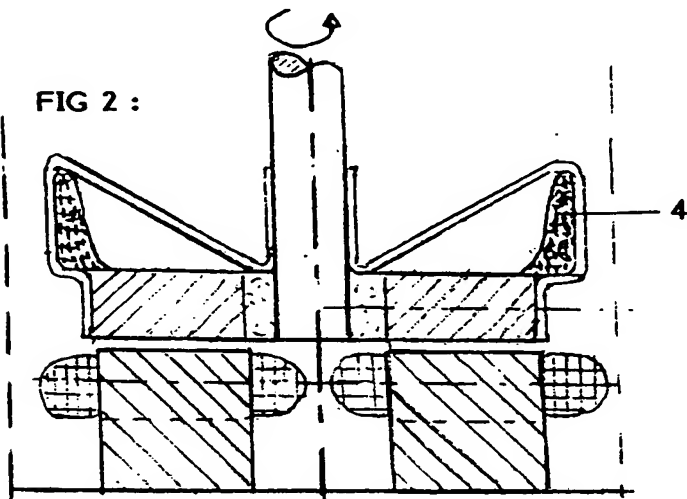


FIG 3 :

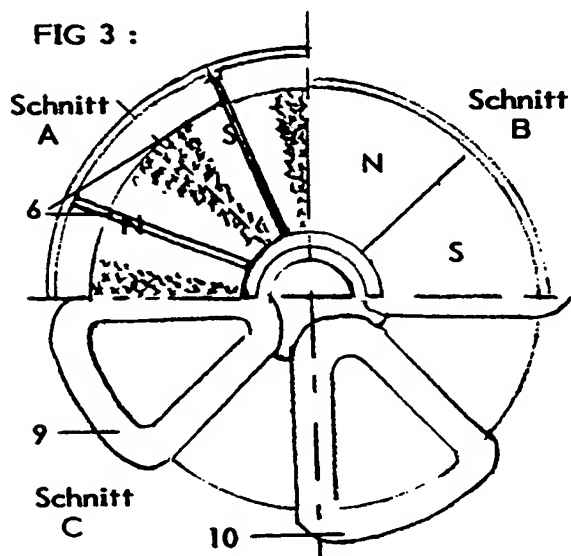


FIG 4 :

